

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Liberec, 2012

Pavel Čermák

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Bakalářský studijní program: strojírenská technologie
Zaměření: obrábění a montáž

Zvýšení kapacity výroby plochých lepených skel, ve firmě ERTL GLAS, s.r.o. Říčany

Increase in capacity of production of flatted laminated glass, in ERTL GLAS, Ltd. Říčany

KOM - 1171

Pavel Čermák

Vedoucí práce: Doc.Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant: Bc. David Mayer, Ertl Glas s.r.o.

Počet stran:.....33

Počet příloh

a tabulek:.....3

Počet obrázků:.....13

Počet modelů

nebo jiných příloh:.....0

Liberec, 2012

ZADÁNÍ

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Děkuji vedoucímu bakalářské práce
Doc.Ing. Karlu Dušákovi, CSc.
za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále pak pánům Bc. D. Mayerovi, R. Freisslovi a P. Kuchařovi,
z firmy ERTL Glas s.r.o., za konzultace ohledně tohoto díla.

**Zvýšení kapacity výroby plochých lepených skel
ve firmě ERTL GLAS, s.r.o. Říčany**

ANOTACE:

Tato práce shrnuje činnosti a úskalí, spojená se zaváděním nové technologie, v podobě linky na lepená skla, ve fa Ertl Glas s.r.o. Dále se zabývá ekonomickými dopady na firmu, plynoucí z tohoto rozšíření výroby.

Klíčová slova: LEPENÁ SKLA, ZAVÁDĚNÍ VÝROBY

**Increase in capacity of production of flatted laminated glass,
in ERTL GLAS, Ltd. Říčany**

ANNOTATION:

This work includes activities and difficulties connected with introduction of new technology, presented by production line for laminated glass in Ertl Glas Ltd. Further company deals with economic impacts on company, followed from mentioned expansion of distribution.

Keywords: LAMINATED GLASS, IMPLEMENTATION OF
PRODUCTION

Obsah

Obsah	7
Úvod	8
Sortiment skupiny ERTL Glas	9
Objekt řešeného projektu.....	14
Lepené sklo.....	14
Výrobní linka	15
Zavádění výroby	17
Porovnání.....	17
Instalace linky a autoklávu	20
Pracovní prostor.....	20
Příprava podlahy	23
Přivedení sítí	23
Stavba kotelny	25
Sestavení linky.....	26
Výstavba bezprašné komory	26
Instalace klimatizačních jednotek.....	27
Instalace autoklávu	30
Závěr	31
Návratnost stroje	31
Vize	32
Seznam použité literatury	33
Seznam obrázků a tabulek	34

Úvod

Firma ERTL Glas byla založena v roce 1938 v rakouském Amstettenu. V té době nabízela jen základní sklenářské práce. Během několika desetiletí se však firma stala výrobní společností a to s velmi rozsáhlou nabídkou nejprve plochého izolačního skla a postupem času pak i bezpečnostního, designového a lepeného. Dnes sortiment produktů kryje v největší míře širokou paletu všech požadavků a nabízí řešení, při použití mnoha druhů funkčních skel. Tento nárůst výroby si samozřejmě vyžádal i rozšíření technického zázemí, které v první řadě obstarávala výrobní hala, postavená v roce 1981 v Mauer – Amstetten, kde se začala vyrábět izolační skla. O několik let později se výroba rozšířila o bezpečnostní skla (ESG a TVG).

Dalšími rozšířeními se postupně výrobní plocha vyšplhala až na 6.000 m². V roce 1997 dochází k expanzi výroby mimo Rakousko a to do Říčan u Prahy. Pro tyto účely je založena nová, dceřiná společnost ERTL Glas s.r.o.

Mezitím je v rakouském Amstettenu výroba neustále rozšiřována. Především o výrobu lepených skel s PVB fólií.

Rok 2003 přináší většinové převzetí firmy EGGER – GLAS, jejíž sídlo je v Gersdorfu, Štýrsko. Stejně tak dochází k převzetí podílu ve firmě Isosklo v Děbolíně.

V roce 2004 se zakládá společnost Ertex Solartechnik GmbH, která uvádí do výroby photovoltaické moduly, pro výrobu elektřiny, integrovatelné do budov.

Další zásadní krok nastává o tři roky později, splynutím firmy ERTEX Sicherheitsglas AG se společností ERTL Glas AG na nově dimenzovaných prostorách v Amstettenu. Dnes společnost ERTL Glas AG

ovládá celkem čtyři další firmy, které dohromady zaměstnávají přibližně 800 pracovníků. Tento rozvoj si vyžádal také změnu právní formy z původní GmbH (spol.s r.o.) na současnou AG (a.s.).¹

Sortiment skupiny ERTL Glas²

1. Float

Sklo bez jakýchkoli tepelných úprav

Použití:

- zasklení bez požadavku na zvýšenou odolnost
- dílčí výrobek pro lepená nebo izolační skla

2. Ertex ESG / TVG

Tepelně předepjaté jednovrstvé bezpečnostní sklo se vyrábí tak, že se sklo zahřívá na přesně určenou teplotu a následovně kontrolovaně, rychle chladí, přičemž ve skle vznikne trvale rozložené napětí, čímž se sklo stává výrazně odolnějším proti mechanickému a tepelnému napětí.

Použití:

- zasklení od podlahy
- zasklení s předpokládaným vysokým teplotním zatížením
- protihlukové stěny nebo jako ochrana před povětrnostními vlivy
- dílčí výrobek pro izolační skla
- pro vertikálně uspořádané konstrukce s nutnými otvory, frézováním či výřezy

¹ Historický vývoj společnosti Ertl Glas AG. ERTL GLAS. [online]. 2010 [cit. 2011-09-28]. Dostupné z: <http://www.ertl-glas.at/cz/o-spolecnosti>

² Produkty. ERTL GLAS. *Ertl glas* [online]. 2010 [cit. 2011-09-28]. Dostupné z: <http://www.ertl-glas.at/cz/produkty>

- pro celoskleněná řešení a konstrukce skleněných dveří

3. Ertex Color

Tepelně předepnuté sodnovápenatokřemičité jednotabulové bezpečnostní sklo, do jehož povrchu byla během procesu kalení vypálena emailová vrstva. Po předepnutí se emailová vrstva stává nedělitelnou součástí povrchu skla.

Použití:

- pro části, nepropouštějící světlo při opláštění budov – studená fasáda
- pro fasádní desky (tepelně/izolační panel – teplá fasáda)

4. Ertex Print

Bezpečnostní sklo se sítotiskem – dekorační barva, připravená z keramických a skleněných tělísek a jiných surovin, se na horizontálním sítotiskovém stole protlačuje pomocí tiskové stěrky sítím s jemnými otvory (úseky průchodnými a neprůchodnými) na povrch skla.

Použití:

- pro všechny průhledné a průsvitné části pláště budov
- jako dílčí produkt při výrobě izolačních skel pro ochranu protipohledu do interiéru
- jako dekorace
- pro zasklení střech (efekt umělého světla)

5. Ertex Digiprint

Počítačové, systémově generované datové soubory se na povrch skla přenášejí přímým tiskem. Při následném tepelném zpracování se keramické barvy zataví do povrchu skla. Z hlediska technické pevnosti lze proto vzhledem ke standardnímu výrobnímu postupu vycházet ze stejných mechanických vlastností jako u předepjatých nebo částečně zpevněných skleněných produktů.

Použití:

- pro velkoplošné reklamní plochy (foto-technická realizace na plochy stěn)
- pro dekorativní použití v interiéru
- pro vyžadovanou skleněnou signalizaci (bezbariérové stavby)
- pro sanitární prostory

6. Ertex Color interior

Rovná skleněná tabule projíždí pod drážkovaným gumovým válcem, který přenáší smaltovou barvu (připravenou z taveniny a keramických a skleněných částic a dalších surovin) na povrch skla. Tím je zajištěno rovnoměrné, homogenní rozdělení barvy (podmínkou je absolutně rovný povrch skla).

Použití:

- jako velkoplošné, bezspárové obložení stěn v interiéru
- jako alternativa k běžným povrchům stěn (dlaždic)

7. Ertex VSG

Vrstvené bezpečnostní sklo z minimálně dvou skleněných tabulí spojených houževnatě pružnou mezivrstvou, která je vysoce odolná proti roztržení a to tak, že i při poškození skla je zaručeno zachycení úlomků skel na fólii. Tím se jednak výrazně zmenšuje nebezpečí zranění a současně, je zajištěna zbytková bezpečnost i po rozbití skla.

Použití:

- zasklení odolné proti útoku (výlohy obchodů)
- zasklení jako ochrana proti pádu (zábradlí)
- výtahové kabiny, ohrazení výtahů
- podpůrné konstrukce ze skla (nosníky)
- skleněné přístřešky
- vodorovné zasklení

8. Ertex walk

Vícetabulové vrstvené bezpečnostní sklo trvale pochozí, koncipované především do interiérů budov. Staticky nosná skladba bezpečnostních skel s VSG (komponenty z floatových skel), je doplněna jednou krycí tabulí na ochranu před poškozením. Povrch lze opatřit speciální protiskluznou skleněnou keramikou.

Použití:

- skleněné podlahy, stupně schodiště, stropní podlahy (galerie) v interiéru nebo jako systém izolačních skel pro použití v exteriéru.
- trvale pochozí zasklení střech, světlíky, kryty světlíků atd.

9. Ertex Clima Top Light3

Tepelně – izolační sklo jako náhrada za zastaralá stávající zasklení.

Použití:

- výplně oken

Celý tento sortiment nabízí ERTL Glas s.r.o., stejně jako ERTL Glas AG. Ale zatím, co v rakouském závodě probíhá výroba kompletního sortimentu, tak ERTL Glas s.r.o. je od svého založení je zaměřena pouze na výrobu floatových a kalených skel. Objednávky na jiná než tato skla, se vždy řešily výrobou v rakouském závodě a následným kamionovým převozem do Čech.

Postupně ale požadavky zákazníků a zvyšující se obrat měly za následek výrazné rozšiřování výroby. Především o další kalící pec, obráběcí CNC centrum a linku Bavelloni.

V posledních letech ale narůstá zájem o lepená skla, jak je patrné z tab.1 obsahující prodej floatových, bezpečnostních a lepených skel, za poslední tři roky v ERTL Glas s.r.o., kde jsou uvedeny hodnoty v tis.m². Proto bylo vedením společnosti rozhodnuto o dalším rozšíření výroby a to právě o linku na lepená skla, jejíž zavádění do provozu je předmětem této práce. Tímto krokem se nejen zvýší zisk pro Ertl Glas s.r.o., ale také se zkrátí dodací termíny zákazníkům. Navíc tím dojde k uvolnění kapacity výroby lepených skel v Ertl Glas AG.

Tab.1

Rok	Float	ESG/TVG	VSG
2009	9,3	218,6	11,6
2010	7,8	220,1	16,3
2011	15,6	226,4	25,7

Objekt řešeného projektu

Lepené sklo

Lepené sklo je charakterizováno slepením dvou a více skleněných tabulí pružnou mezivrstvou, která je po celém povrchu skel a je vysoce přilnavá. Jako mezivrstva se nejčastěji používá PVB (polyvinylbutyral) fólie. Dalšími možnostmi jsou EVA (etylenvinylacetát) fólie, PVC (polyvinylchlorid), či speciální druhy pryskyřic³.

Skla určená pro lepení mohou být buď bezpečností (ESG/TVG) nebo pouze floatová (klasická, bez úpravy kalením) a stejně jako fólie mohou být v různém barevném provedení. V některých případech lze lepit i skla ornamentní. Různou kombinací barevných skel a fólií, se tak dá dosáhnout nesčetné řady barev a jejich odstínů. Stejně se takto dá ovlivnit i průhlednost skla a to optická i světelná.

Výhodou lepených skel (oproti bezpečnostním sklům) je mnohem vyšší mechanická odolnost, zbytková pevnost i po rozbití skel a tlumení vibrací.

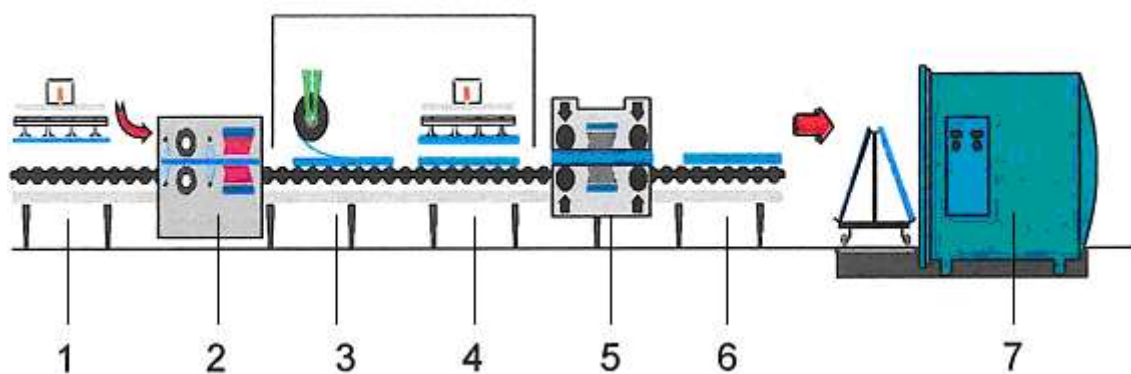
Nevýhodou je výrazně vyšší cena, vyšší hmotnost a náročnost výroby.⁴

³ ERTL GLAS, Říčany: ERTEX VSG. 2010. 6 s.

⁴ ERTL GLAS, Říčany: ERTEX WALK. 2010. 6 s.

Výrobní linka

Pro výrobu lepených skel je zapotřebí rozsáhlého speciálního výrobního zařízení. Celý proces lepení probíhá na lince, která je schematicky naznačena na obr.1. Skládá z několika částí: 1 – nakladač, 2 – myčka skel, 3 – odvíjení fólie, 4 – usazení horního skla, 5 – ohřev a předlisování, 6 – složení na stojan, 7 – autokláv.



Obr.1⁵

Již opracované, příp. vykalené, sklo je položeno na nakladač. Z něho se po rolnách dostane do myčky, kde je vysoký požadavek na čistotu, kvalitu a pH vody, protože jakákoli nečistota na skle může mít v konečné fázi fatální dopad na jeho kvalitu. Následuje vjezd do uzavřené komory s bezprašným prostředím, kde se na sklo pokládá PVB fólie, která jemně přečnívá přes jeho okraje (cca 2 mm – v závislosti na skladbě sendviče a použité fólii), kvůli zaručení styku skla a fólie v celé ploše. Vzápětí se přiloží i skleněný protikus. V případě lepení více vrstev skla (resp.fólií) se tento krok opakuje, dokud není dosaženo požadovaného složení. Poté je

⁵ SGLASS, Praha: FIREMNÍ TRÉNINK – ERTL GLAS. [B. r.]. 54 s.

tento sendvič při zvýšené teplotě (cca 60°C) předlisován mezi válci a nakonec je složen na stojan. V tento okamžik již sendvič drží pohromadě, ale kvalita spojení zatím není stoprocentní a to at' mechanicky, tak opticky. Fólii má v tuto chvíli matné skvrny a celý spoj obsahuje vzduchové bublinky.

V konečné fázi se sendvič vloží do autoklávu, kde na něj nejprve působí podtlak, který slouží k vysátí bublinek vzduchu mezi skly. A následně je podroben vysokému přetlaku ($p = 10 - 13 \text{ bar}$), při teplotě $T = 100 - 150 \text{ °C}$, po dobu 3 – 5 hod. Tímto krokem je lepené sklo definitivně spojeno a fólie, která byla doposud matná zprůhlední. Poté už následuje pouze ořez fólie přechínající přes hrany skla a relaxace po dobu alespoň 24 hod. Relaxace je nezbytná kvůli rovnoměrnému chladnutí. Po uplynutí této doby se již jedná o finální výrobek, který v případě že neobsahuje žádné vady, je připraven k expedici.

Zavádění výroby

Pořízení linky je v zásadě možné pouze dvěma způsoby:

- nový stroj přímo od výrobce
- použitý stroj od konkurenční firmy

Porovnání

Na přání fa Ertl Glas s.r.o., zde bohužel nemohu uvádět konkrétní nabídky od výrobců těchto zařízení. Nýbrž po rozboru všech vzniklých nabídek, pro porovnání vybírám nejvýhodnější. Jejíž výhody jsou především technicky vyspělejší zařízení, autorizovaná instalace a spuštění, záruční doba a smluvní servis.

Nabídka odkupu použitého stroje, pochází od konkurenční firmy, která byla nucena z finančních důvodů svou výrobu uzavřít. Výhodami této varianty jsou kratší termín realizace a cena (viz.tab.2).

Obě tyto varianty se týkají strojů s rámcově srovnatelnými technickými parametry (především rozměru lepených skel a kapacity), jsou tedy porovnatelné.

Tab.2

Varianta	Nový stroj	Použitý stroj
Náklady [mil.Kč]	25	10

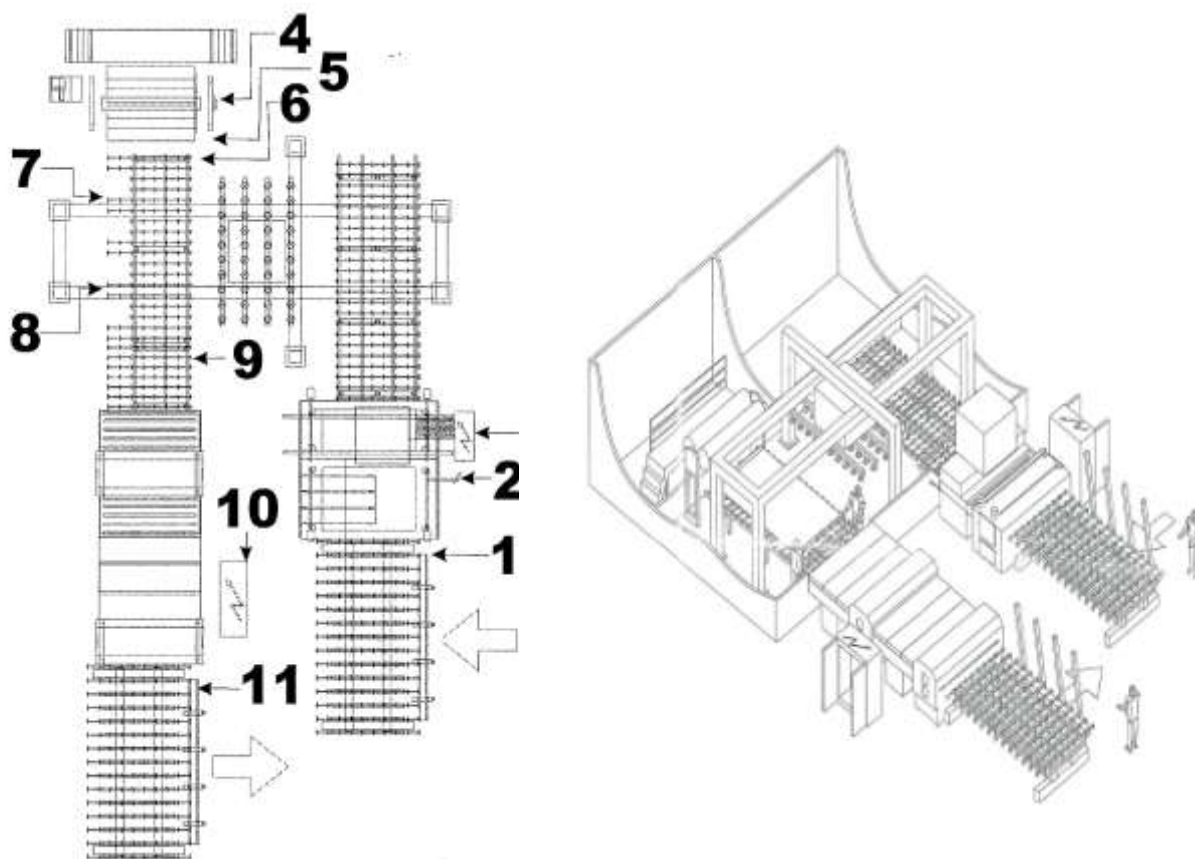
Z těchto možností nakonec vedení vybralo variantu použitého stroje, z čehož je patrné, že cena předčila ostatní výhody.

Toto řešení si firma mohla dovolit pouze díky odbornosti svých zaměstnanců, jelikož veškeré kroky související s deinstalací, převozem, následnou instalací, spuštěním a provozem, si takto musí obstarávat sama.

Důležitým faktorem, pro rozhodnutí o tomto řešení, byla existence všech důležitých dokumentů linky a ochota bývalého majitele, konzultovat plánované kroky.

Jedná se o linku, která je od předního italského výrobce Bovone, typ LLM 2245 s autoklávem N°F.305.

Schéma linky je na obr.2, kde značí 1 – nakladač, 2 – myčku, 3 – skříň s elektroinstalací, 4 – bubnový zásobník PVB fólií, 5 – ovládání bubnu, 6 – panel odvíjení, 7, 8 – panely zastříhávání fólie a sestavení, 9 – topný panel s lisem, 10 – skříň s elektroinstalací, 11 – vykladač



Obr 2.⁶

⁶ BOVONE, Ovada: LAMINATED GLASS LINE. 2003. 21 s.

Parametry linky jsou následující:

Rozměry (ŠxDxV) [m]	10,5 x 17 x 5
Výška pracovní plochy [mm]	950
Tloušťka skla [mm]	3 – 12
Tloušťka VSG skla [mm]	max. 60
Min. rozměr VSG skla [mm]	400 x 700
Max. rozměr VSG skla [mm]	2200 x 4500
Napětí [V]	380
Spotřeba vzduchu [m³/h]	20
Spotřeba vody [m³/8h]	0,3
Příkon [kW]	200

Autokláv je na obr.3.



Obr.3

Parametry autoklávu jsou následující:

Rozměry (ØxD) [m]	2,6 x 5
Hmotnost [kg]	12500
Provozní tlak [bar]	13
Teplota [°C]	20 – 175
Napětí [V]	380
Příkon [kW]	35

Instalace linky a autoklávu

V souvislosti s instalací linky bylo potřeba řešit několik situací:

1. vymezení prostoru
2. přípravu podlahy
3. přivedení sítí
4. stavbu kotelny
5. sestavení linky
6. výstavbu bezprašné komory
7. instalaci klimatizačních jednotek
8. instalaci autoklávu

1. Pracovní prostor

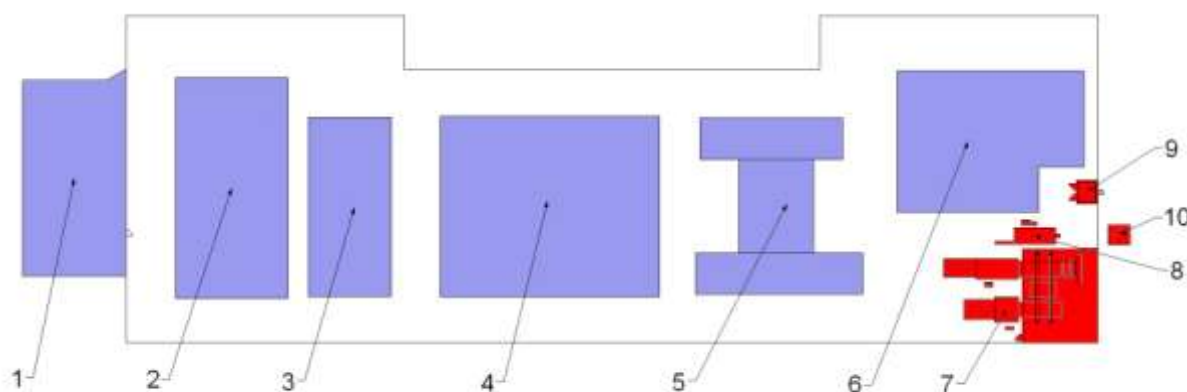
Řešení umístění bylo sice základním problémem, ale o to složitějším. Samotná linka s autoklávem zabírá plochu blížíící se 200 m² (viz. parametry linky a autoklávu). Tato hodnota již obsahuje prostor pro obsluhu stroje a prostor servisní. Nezbytné je ale ještě připočíst plochy pro zařízení nutná k provozu linky (např. kotelny a jejího vedení) a manipulační prostory (pohyb stojanů se skly a vozíku, pro vsázku do autoklávu). Určením, všech zmíněných ploch, jsem se dostal na výměru 28 x 30 m.

Volně využitelný prostor o takovýchto rozměrech však hala neobsahovala.

Varianta výstavby další haly (resp. přístavby) speciálně pro tuto linku by byla velmi finančně nákladná a zdlouhavá. Proto jsem hledal řešení, jak linku vtěsnat do stávajících prostor. Jedinou možností vhodnou, jak z hlediska materiálového toku, tak z hlediska nutných stavebních úprav, bylo využít prostor stávající expedice (viz. obr.4).

Na obr.4 značí 1 – kanceláře, 2 – sklad, 3 – přířez, 4 – dílčí obráběcí úseky, 5 – kalicí pece, 6 – expedici, 7 – VSG linku, 8 – autokláv, 9 – kotelnu, 10 – chladicí věž.

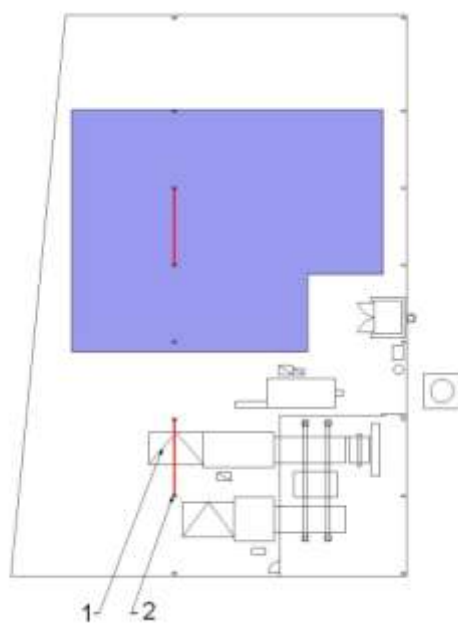
Prostor expedice byl tak zmenšen téměř na polovinu původní plochy, což je takřka provozní minimum. Do nově uvolněné oblasti byla umístěna linka.



Obr.4

Toto řešení však komplikovaly kovové torzní pruty mezi nosníky (viz.obr. 5, kde jsou červeně naznačeny pruty a pod čísly 1 – linka a 2 – nosníky), které jsou součástí nosné konstrukce haly a zastávají důležitou funkci ve statice celého objektu. Proto jejich odstranění není možné. Jedinou přípustnou možností bylo jejich upravení takovým způsobem, aby nebyla omezena jejich funkce, ale už nepřekážely umístění a provozu linky.

K tomuto kroku musela být kvůli statickým výpočtům přizvána specializovaná firma, která navrhla řešení. To je patrné z obr. 6 (v levé části jsou červeně naznačeny již upravené pruty, v pravé pak původní stav). Z něj vyplývá, že pruty byly zkráceny pouze do poloviny původní výšky, k nově umístěnému nosníku. Tímto krokem pod nosníkem vzniklo požadované volné místo.



Obr.5



Obr.6

2. Příprava podlahy

Podlaha musí vykazovat určitou únosnost. Zatížení podlahy jsem v tomto případě nemusel nikterak řešit, protože je v celé výrobní části haly 2500 kg/m^2 , což je s velkým přesahem dostačující. Strojové zatížení je totiž max. 1460 kg/m^2 a provozní pak max. 1700 kg/m^2 .

V tomto případě tak bylo nutné pouze opravit drobné vady podlahy tak, aby byla v rovině a bez výmolů. Dále jsme na základě doporučení výrobce přistoupili k návrhu nanést protiskluzovou vrstvu, která je vysoce mechanicky odolná.

3. Přivedení sítí

Instalovaná linka ke svému provozu potřebuje rozvod:

- a) elektrické energie (380/220 V)
- b) plynu
- c) vody
- d) stlačeného vzduchu
- e) počítačové sítě

a) Elektrické napětí

Elektřina je zapotřebí samozřejmě k základnímu chodu stroje a jeho mechanickým pohybům, ale krom toho také pro tepelné trubice, sloužící k nahřátí sendviče před slisováním. Pro tuto funkci, a stejně tak pro provoz autoklávu, je zapotřebí napětí $U = 380 \text{ V}$. Vzhledem k již využívaným zařízením, hlavně kalicím pecím, nebyl žádný problém obou těchto napětí dosáhnout. Jednalo se pouze o jejich přivedení na budoucí pozice strojů z firemní trafostanice, která je součástí objektu haly.

K tomuto účelu jsem využil již existujících lávek pod střechou haly. Ty musely být pouze protaženy a zakončeny svodem k rozdělovací skříní linky a autoklávu.

Napětí $U = 220 \text{ V}$ nebylo nutné řešit, neboť bylo zavedeno po celé hale již při její výstavbě.

b) Plyn

Rozvod plynu byl ze všech sítí technicky nejnáročnější. K jeho přivedení jsem využil jedné ze dvou větví, které jsou pod střechou haly a táhnou se přes celou její délku. Zde přivádí plyn do tepelných záříčů. Tato větev, byla tak pouze prodloužena, svedena k podlaze, na svém konci osazena plynoměrem a připravena pro připojení kotelny.

c) Voda

Voda je nutná pro myčku linky. Je zde vysoký požadavek na její čistotu a kyselost, proto je celý okruh myčky uzavřený. Není tedy potřeba žádného vysokokapacitního přívodu vody, protože voda ubývá jen odpařováním, k čemuž je plně dostačující 1,5" vedení.

d) Stlačený vzduch

Stlačený vzduch je použit, kromě pneumatických pístů, hlavně na sušení skel při výjezdu z myčky a především na vytvoření podtlaku přísavek, pro uchopení a přenos skla, při skládání sendviče. Jelikož pneumatické manipulátory se používají po celé výrobní hale, byly rozvody vzduchu již vyhotoveny při její výstavbě.

Hlavní úkol vzduchu je v tomto projektu ale při vytváření pod/přetlaku v autoklávu. Na takto vysoký přetlak (cca 12 bar) však stávající vedení není dimenzováno. Proto bylo nutné vytvoření nového

okruhu s vlastním kompresorem, určeného jen pro potřebu autoklávu. K tomuto účelu byl použit kompresor Kaeser SXC 3, s nastavitelným tlakem 10 – 15 bar.

e) Počítačové sítě

Zařízení takové složitosti jako je tato linka, se již samozřejmě neobejde bez řízení počítačem. I když zásadní úkony, spojené s vlastním provozem linky, provádí obsluha a to ať ručně, či pomocí pneumatických manipulátorů (navážení skla na nakladač, řezání fólie, sundání sendviče na stojan), veškeré hodnoty ovlivňující koncovou kvalitu výrobku a měnící se v závislosti na složení sendviče, jsou nastavovány pomocí počítače (tlaky, teploty, časy, posuvy).

Při vedení těchto informačních sítí, jsem využil vedení elektřiny proto, aby odpadla nutnost dalších vodičích lišt.

4. Stavba kotelny

Kotelna je nutná k provozu autoklávu. Spalováním plynu se zde ohřívá olej, kterým se následně, přes tepelný výměník, ohřívá vzduch uvnitř autoklávu. Zde jsem se setkal s nepříjemným problémem, jelikož mezi vytvořením projektu kotelny a její výstavbou došlo ke změně platných norem. Za chodu jsem tak musel řešit nové požadavky nutné k její revizi. Největším úkolem byla nutnost připojení automatického uzávěru kotelny, s čidlem na únik plynu, protože na plynovém vedení se s automatickým uzávěrem nepočítalo, nebylo zde na něj místo. Jediná možnost tak byla konec vedení předělat takovým způsobem, že došlo k prodloužení celé větve a tím i k posunutí kotelny.

5. Sestavení linky

Sestavení linky nebylo nijak náročnou částí, protože i samotnou deinstalaci u předešlého majitele prováděli naši pracovníci. Důležité proto bylo spíše přesné umístění a vyrovnaní celé linky. Proto byla na podlahu vyměřena finální poloha všech dílů. Při sestavování jsem zde bohužel narazil na další problém, protože skutečné rozměry jednotlivých částí byly větší, než rozměry výkresové. I když rozdíly byly v řádech několika málo centimetrů na díl, tak vzhledem k nedostatku volného prostoru mohli mít v konečném složení fatální dopad. Muselo se proto přistoupit k řešení způsobem posunutí celé linky i s autoklávem, směrem k expedici. Tím došlo k dalšímu omezení jejího prostoru.

6. Výstavba bezprašné komory

Komora musí být bezprašná, protože zde dochází k vlastnímu skládání sendviče a nečistoty (včetně prachu) mají vliv na fyzikální, ale především optické a estetické vlastnosti výrobku. Nutnost výstavby komory byla dána tím, že původní byla ve značně nevyhovujícím stavu a nebyla tedy ani převážena. Výrobce linky odmítl dodávat pouze dílčí části, v tomto případě tedy komoru. Proto jsem využil alespoň jeho doporučení na použité materiály a technologii.

V zásadě se tak jedná o ocelovou svařovanou konstrukci z jechlů a I profilů (obr.7), překrytou pláty z 80 mm tlustého polyuretanu, s dostatečně velkou tepelnou izolací ($0,274 \text{ W/m}^2\text{K}$), jelikož uvnitř komory je kromě bezprašnosti požadavek i na stálost určené teploty. Celá konstrukce je přišroubována k podlaze (obr.8) a utěsněna silikonem a montážní pěnou.



Obr.7



Obr.8

7. Instalace klimatizačních jednotek

Klimatizační jednotky jsou důležité pro udržování konstantní teploty v bezprašné komoře a to kvůli vlastnostem PVB fólií. Původní plán, který se také realizoval, byl umístit tyto jednotky na střešku komory a to především kvůli úspoře místa a minimalizaci délky vedení chladicího média klimatizace. Na obr. 9 jsou červeně zvýrazněny obě jednotky, těsně před finální instalací (v horní části je také vidět konec tepelného zářiče a prodloužená větev plynového vedení, zakončená kotelnou autoklávou).



Obr.9

Tato varianta se nakonec neosvědčila, protože nad komorou teploty vzduchu i v zimních měsících běžně dosahují hodnoty 45 °C, v letních pak i 65 °C. Což koliduje s rozpětím funkčních teplot jednotek. Ty totiž svou činnost dokáží zastávat maximálně při 40 °C, přičemž čím vyšší teplota okolí je, tím se snižuje jejich účinnost. Z tohoto důvodu bylo nutné předělat stávající rozložení tak, že klimatizační jednotky byly přesunuty ze střechy komory vně halu a to na západní stranu. Zde teplota již nedosahuje takto vysokých hodnot.

Pro odvod teplého vzduchu z haly, byla ještě zeď nad linkou osazena dvěma větráky o průměru $D = 600$ mm.

Toto řešení je již plně funkční a je naznačeno na obr.10 a 11.



Obr.10



Obr.11

8. Instalace autoklávu

Umístění autoklávu vyplývá z materiálového toku ve firmě, tzn. umístění je mezi linkou a expedicí (viz. obr.4). K funkčnosti autoklávu je nutný přívod oleje (ohřívaného v kotelně) a vzduchu (ohřívaného olejem v autoklávu). Vedení je naznačeno na obr.12, v levé části je zde také vidět nově vybudovaná kotelna. Dále byla nutná výstavba chladicí věže, kudy je po ukončení procesu vytvrzení, odváděn horký vzduch z autoklávu volně do ovzduší (obr.13).



Obr.12



Obr.13

Závěr

Předpokládaným efektem celé instalace linky pro lepená skla, je úspora v neplacení přidané hodnoty mateřské firmě, která pro firmu Ertl Glas s.r.o. tento produkt doposud vyráběla. Tímto krokem se tak ušetří provize prostředníka. Další úsporou je již nepotřebná kamionová přeprava.

I když každým rokem narůstá objem vyrobených lepených skel, cena za čtvereční metr neustále klesá. Tento jev je způsoben tlakem zákazníka na cenu a zvyšující se konkurencí v oboru. I přesto se však daří, právě díky zvyšujícímu se obratu a zavádění nových technologií, udržet zisk (tab.3). Z dosažených úspor, pak vyplývá předpoklad zisku pro rok 2012.

Tab.3

	Obrat za VSG (mil.Kč)	Průměrná cena za m ² VSG (tis.Kč)	Zisk za VSG (mil.Kč)
2010	30,8	1,8	3,2
2011	39,1	1,5	2,9
2012 (předpoklad)	40	1,3	3,4

Návratnost stroje

$$t = \frac{c}{z} = \frac{10 \cdot 10^6}{3,4 \cdot 10^6} \doteq 2,9 \quad (1)$$

Kde je t čas návratnosti [rok], c pořizovací cena [Kč], z roční zisk [Kč].

Při udržení tohoto zisku i v dalších letech by se tak náklady spojené s instalací linky teoreticky vrátili za 2,9 roku. Tento výpočet, však

neobsahuje náklady nutné na opravy a provoz linky ani autoklávu (n [Kč]). Ty jsou odhadovány především z vývoje cen elektřiny a plynu, a to na 0,4 mil.Kč/rok.

Skutečná návratnost bude tedy delší viz. vztah (2).

$$t = \frac{c}{z - n} = \frac{10 \cdot 10^6}{3,4 \cdot 10^6 - 0,4 \cdot 10^6} = 3,4 \quad (2)$$

Podle stávajících ukazatelů lze tedy předpokládat, že návratnost investice do linky bude 3,4 roku. Což je vyhovující údaj, jelikož návratnost do pěti let je příznivá.

Vize

Dalším záměrem do brzké budoucnosti je pořízení přířezu určeného přímo pro lámaní lepených skel, z velkoformátových tabulí (6 x 3,21 m), což by mělo za následek další zvýšení kapacity výroby lepených skel, současně se zkrácením dodacích lhůt a snížením výrobních nákladů.

Seznam použité literatury

- [1] BOVONE, Ovada: LAMINATED GLASS LINE. 2003. 21 s.
- [2] ERTL GLAS, Říčany: ERTEX VSG. 2010. 6 s.
- [3] ERTL GLAS, Říčany: ERTEX WALK. 2010.. 6 s.
- [4] Historický vývoj společnosti Ertl Glas AG. ERTL GLAS. [online].2010 [cit. 2011-09-28]. Dostupné z: <http://www.ertl-glas.at/cz/o-spolecnosti>
- [5] SGLASS, Praha: FIREMNÍ TRÉNINK – ERTL GLAS. [B. r.]. 54 s.
- [6] Produkty. ERTL GLAS. [online]. 2010 [cit. 2011-09-28]. Dostupné z: <http://www.ertl-glas.at/cz/produkty>

Seznam obrázků a tabulek

Tab.1:	Prodej Ertl glas s.r.o.
Obr.1:	Schéma linky na lepená skla
Tab.2:	Náklady variant
Obr.2:	Schéma linky Bovone LLM 2245
Obr.3:	Autokláv N°F.305
Obr.4:	Půdorys výrobní haly
Obr.5:	Detail umístění linky
Obr.6:	Řešení problému torzních prutů
Obr.7:	Svařenec bezprašné komory
Obr.8:	Ukotvení bezprašné komory
Obr.9:	Původní umístění klimatizačních jednotek
Obr.10:	Nové umístění klimatizačních jednotek
Obr.11:	Větráky
Obr.12:	Vedení autoklávu
Obr.13:	Chladicí věž
Tab.3:	Vývoj cen za lepená skla